

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра теоретичної радіофізики

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Перший проректор

“\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2012\_\_ р.

## **РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **спецкурс Основи теоретичної радіофізики**

(шифр і назва навчальної дисципліни)

напряму підготовки 6.040204 – Прикладна фізика

(шифр і назва напряму підготовки)

для спеціальності

(шифр і назва спеціальності (тей)

спеціалізації \_\_\_\_\_

(назва спеціалізації)

факультету радіофізичного

(назва факультету)

**Кредитно-модульна система  
організації навчального процесу**

Харків – 2012

**Спецкурс Основи теоретичної радіофізики .** Робоча програма навчальної  
(назва навчальної дисципліни)

дисципліни для студентів за напрямом підготовки 6.040204 – Прикладна фізика,  
„25” квітня, 2012.- 13 с.

**Розробники:** Колчигін Миколай Миколайович, докт. фіз.-мат. наук, професор кафедри теоретичної радіофізики, Грідіна Валентина Анатоліївна, кандидат фіз.-мат. наук, кафедра теоретичної радіофізики радіофізичного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теоретичної радіофізики радіофізичного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна

Протокол № 5 від “25” квітня 2012 р.

Завідувач кафедри теоретичної радіофізики

\_\_\_\_\_ (Колчигін М. М.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2012 р.

Схвалено методичною комісією

Протокол № \_\_\_\_ від. “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2012 р.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2012 р. Голова \_\_\_\_\_ ( Чорногор Л. Ф.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Декан радіофізичного факультету \_\_\_\_\_ (Шульга С.М.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів <u>1.5</u>	Галузь знань <u>01.04.03 Радіофізика</u> (шифр і назва)	Нормативна	—
	Напрямок підготовки <u>0402, 0702 – Прикладна фізика</u> (шифр і назва)		
Модулів – 2	Спеціальність (професійне спрямування): <u>6.070201 Радіофізика і електроніка</u>	<b>Рік підготовки:</b>	
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		3-й	—
Загальна кількість годин - 54		<b>Семестр</b>	
		5-й	—
		<b>Лекції</b>	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента - 1	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	18 год.	—
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		18 год.	—
		<b>Лабораторні</b>	
		0 год.	—
		<b>Самостійна робота</b>	
		18 год.	—
		<b>ІНДЗ:</b> 0 год.	
	Вид контролю: залік		

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 2:1

для заочної форми навчання - –

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – введення поняття “радіофізика” та ознайомлення студентів з історією, становленням радіофізики та основними напрямками розвитку радіофізики ХХІ століття.

Завдання курсу – набуття знань з основних положень радіофізики.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен

**знати:** наукові проблеми сучасної радіофізики та існуючі шляхи до їх розв'язання.

**вміти:** самостійно аналізувати проблеми сучасної радіофізики, орієнтуватися у методах, які мають бути застосовані для вирішення конкретного класу задач радіофізики.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Модуль 1. Основні положення теоретичної радіофізики**

##### **Тема 1 . Вступ. Діапазони електромагнітних коливань.**

- 1.1. Стисла історія радіофізики.
- 1.2. Основні складові сучасної радіофізики
  - 1) теоретична радіофізика;
  - 2) квантова радіофізика;
  - 3) радіоспектроскопія;
  - 4) радіоастрономія;
  - 5) космічна радіофізика;
  - 6) біофізика;
  - 7) інформаційні та телекомунікаційні технології.
  - 8) основні наукові напрямки радіофізики ХХІ століття.
- 1.3. Діапазони електромагнітних коливань та їх застосування в радіофізиці.
  - 1) Класифікація діапазонів та стисла характеристика кожного з них.
  - 2) Особливості діапазону надвисоких частот (НВЧ).

##### **Тема 2. Класифікація середовищ та особливості розповсюдження електромагнітних хвиль у різних середовищах.**

- 2.1. Однорідне середовище.
- 2.2. Неоднорідне середовище.
- 2.3. Ізотропне середовище.
- 2.4. Анізотропне середовище.
- 2.5. Кіральні середовища.

##### **Тема № 3. Електромагнітні хвилі.**

- 3.1.Поняття електромагнітних хвиль.
- 3.2.Основні характеристики електромагнітних хвиль.
- 3.3.Загальні характеристики та властивості електромагнітних хвиль.
- 3.4. Поняття плоскої хвилі та її властивості.
- 3.5.Інтерференція електромагнітних хвиль.
- 3.6.Поляризація електромагнітних хвиль.
- 3.7.Відбиття та заломлення електромагнітних хвиль.
- 3.8.Фазова та групова швидкості електромагнітних хвиль.
- 3.9.Випромінювання та розповсюдження електромагнітних хвиль.

**Тема № 4. Поняття електродинаміки. Формулювання задач електродинаміки. Стислий перегляд методів розв'язання задач електродинаміки**

- 4.1. Класифікація задач електродинаміки.
  - 1) Прямі та зворотні задачі електродинаміки.
  - 2) Внутрішня задача електродинаміки;
  - 3) Зовнішня задача електродинаміки;
- 4.2. Граничні умови. Імпедансна трактовка задач електродинаміки;
- 4.3. Теорема єдності. Умова випромінювання Зоммерфельда. Умова Мейкснера.
- 4.4. Лемма Лоренца та теорема взаємності.
- 4.5. Строгі та наближені методи розв'язання задач електродинаміки.

**Тема № 5. Періодичні структури в радіофізиці. Дифракційні решітки та особливості їх застосування в радіофізиці.**

- 5.1. Історія створення та вдосконалення виготовлення дифракційних решіток.
- 5.2. Типи решіток та особливості їх застосування;
- 5.3. Використання дифракційних решіток в НВЧ діапазону. Побудова на їх основі елементної бази НВЧ діапазону.
- 5.4. Стислий огляд існуючих математичних (аналітичних та чисельно-аналітичних методів для дослідження властивостей дифракційних решіток).

**Тема № 6. Електромагнітні хвилі у направляючих системах.**

- 6.1. Класифікація ліній пересилання.
- 6.2. Фізичні основи передачі енергії хвильоводами.
- 6.3. Хвильоводи з різними перетинами.
- 6.4. Резонансні структури.

**Тема №7. Системи, які сповільнюють.**

**Тема № 8. Канали зв'язку.**

## **Модуль 2. Сучасні напрямки в радіофізиці.**

### **Тема 9. Основи радіолокації.**

- 9.1. Стисла історія радіолокації.
- 9.2. Активна та пасивна радіолокація.
- 9.3. Антени.
  - 1) Історичний огляд.
  - 2) Основні характеристики антен.
  - 3) Види антен (апертурні, дзеркальні, лінзові, рупорні, антенні решітки (ФАР), антени з обробкою сигналу, динамічні антени, моноімпульсні антени, адаптивні антени) та їх застосування .
  - 4) сучасні проблеми теорії і техніки антен.
- 9.4. Основи космічного зв'язку.
- 9.5. Широкосмугові сигнали та їх застосування в радіолокації та зв'язку.

### **Тема 10. Радіофізичні методи, що використовуються для моніторингу навколишнього середовища, для візуалізації включень в складних композиційних структурах, в біомедицині.**

### **Тема 11. Штучні матеріали. Метаматеріали: новий погляд на оптику.**

### **Тема 12. Нанотехнології, наноматеріали, нанопристрої.**

- 12.1. Визначення та термінологія.
- 12.2. Стисла історія.
- 12.3. Фундаментальні положення.
- 12.4. Найсучасніші досягнення.
- 12.5. Індустрія нанотехнологій.

### **Тема 13. Інформаційні та телекомунікаційні технології.**

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1</b>												
Тема 1.	2	2	0	-	-	0						
Тема 2.	2	2	0	-	-	0						
Тема 3.	2	0	0	-	-	2						
Тема 4.	4	0	2	-	-	2						
Тема 5.	12	2	8	-	-	2						
Тема 6.	8	2	4			2						
Тема 7.	2	0	0			2						
Тема 8.	2	0	0			2						
Модульний контроль	2					2						
Разом за модулем 1	36	8	14	-	-	14						
<b>Модуль 2</b>												
Тема 9.	8	2	4	-	-	2						
Тема 10.	2	2	0	-	-	0						
Тема 11.	2	2	0			0						
Тема 12.	2	2	0			0						
Тема 13.	2	2	0			0						
Модульний контроль	2											
Разом за модулем 2	18	10	4	-	-	2						
<b>Усього годин</b>	54	18	18	-	-	18						

## 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Моделі матеріальних середовищ. (тема 2)	2
2	Розв'язання хвильового рівняння для плоских хвиль (тема 3).	2
3.	Зведення векторної задачі дифракції електромагнітних хвиль до двох скалярних (тема 5).	2
4.	Дифракція електромагнітних хвиль на простій стрічковій ґратці (нормальне падіння) (тема 5).	2
5.	Дифракція електромагнітних хвиль на простій стрічковій ґратці (похиле падіння) (тема 5).	2
6.	Застосування методу узагальнюючих матриць розсіювання до розв'язання задачі дифракції електромагнітних хвиль на ґратках зі складною структурою елемента (тема 5).	2
7.	Визначення основних параметрів прямокутних хвильоводів і резонаторів (тема 6).	2
8.	Розрахунок ФАР (фазованих антенних решіток) за допомогою поліномів Чебишева. (тема 9).	2
9.	Розрахунок ФАР за допомогою матричного методу (тема 9).	2
	<b>Разом</b>	18

## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Загальні питання розповсюдження електромагнітних хвиль (тема № 3)	2
2	Особливості застосування евристичних методів при розв'язанні задач електродинаміки. (тема № 4)	2
3	Аналітичні та чисельно-аналітичні методи при розв'язанні задач дифракції електромагнітних хвиль на складнокомпозиційних структурах. (тема 5)	6
4	Квазіоптичні волноводи та резонатори. Діелектричний хвильовод. Мікрополоскові лінії( тема № 6)	2
5	Системиб що сповільнюють (тема № 7)	2
6	Канали зв'язку (тема 8)	2
7	Основи космічного зв'язку	2
	<b>Разом</b>	18



## 10. Методи навчання

Лекції, самостійна робота студентів.

## 11. Методи контролю

Модульний контроль, залік.

## 12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота														Сума
Модуль 1								Модуль 2						
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	залік	100
2	2	2	2	6	4	4	4	6	2	2	2	2	60	

T1, T2 ... T13 – теми модулів

Форми контролю навчальних здобутків студентів – модульні письмові роботи, що містять теоретичні питання, які потребують розгорнутої відповіді, а також практичні задачі, що необхідно розв’язати. Модуль 1 складається із завдань по 8 темах, а модуль 2 – по 5 темах, кожне з яких оцінюється у 2 бали.

Мінімальна кількість балів, яку повинен набрати студент для зарахування модуля, складає 50% від можливої.

Умови допуску студента до підсумкового семестрового контролю – зарахування обох модульних робіт.

## Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсової роботи (проекту), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
80-89	<b>B</b>	добре	
70-79	<b>C</b>		
60-69	<b>D</b>	задовільно	
50-59	<b>E</b>		
1-49	<b>FX</b>	незадовільно	не зараховано

### **13. Методичне забезпечення**

1. Конспект лекцій в електронному вигляді.
2. Посібники, підручники та монографії за відповідними темами в електронному вигляді.
3. Модульні завдання.
4. Залікові завдання.

## 14. Рекомендована література

### Базова

1. В.В. Никольский. Электродинамика и распространение радиоволн. «Наука», М., 1973.
2. Дж. Джексон. Классическая электродинамика. – М.: Мир. – 1965.
3. В. Пановский, М. Филлипс. Классическая электродинамика. – М.: ГИТТЛ. – 1963.
4. Никольский В.В., Никольская Т.И. Электродинамика и распространение радиоволн. – М.: Наука. – 1989. – 544 с.
5. Б.З. Каценелленбаум. Высокочастотная электродинамика. – М.: Наука. – 1976.
6. Н.А. Семенов. Техническая электродинамика. – М.: «Связь» – 1973.
7. С.И. Баскаков. Основы электродинамики. – М.: «Сов. радио». – 1973.
8. Г.Т. Марков, А.Ф. Чаплин. Возбуждение электромагнитных волн. – М.-Л.: «Энергия». – 1967.
9. Григорьев А.Д., Янкевич В.Б. Резонаторы и резонаторные замедляющие системы СВЧ: Численные методы расчета и проектирования. – М.: Радио и связь, 1984. – 248 с.
10. Г.Т. Марков, Б.М. Петров, Г.П. Грудинская. Электродинамика и распространение радиоволн. – М.: Советское радио, 1979.- 373 с.
11. Л.Д. Гольдштейн, Н.В. Зернов. Электромагнитные поля и волны. - М.: Советское радио, 1971.- 648 с.
12. В.И. Гайдук, К.И. Платов, Д.М. Петров. Физические основы электроники сверхвысоких частот. - М.: Советское радио, 1981.- 421 с.
13. Е.И. Нефедов, А.Н. Сивов. Электродинамика периодических структур. – М.: Наука, 1977. – 208 с.
14. Дифракция волн на решетках / В.П. Шестопалов, Л.Н. Литвиненко, С.А. Масалов, В.Г. Сологуб. – Харьков: Изд. Харьковского университета, 1973. – 278 с.
15. Митра Р., Ли С. Аналитические методы теории волноводов. – М.: Мир, 1977 – 485 с.
16. В.П. Шестопалов. Дифракционная электроника. - Харьков: Изд. Харьковского университета, 1976. – 231 с.
17. Амитей Н., Галиндо В., Ву Ч. Теория и анализ фазированных антенных решеток. - М.: Мир, 1974 – 455 с.
18. Памятных Е.А., Туров Е.А. Основы электродинамики материальных сред в переменных и неоднородных полях. - М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 2000.
19. Федоров Н.Н. Основы электродинамики. М.: Высш. школа, 1980. 399 с.
20. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ.-М.: Высш. школа, 1988. - 432 с.
21. Виноградов А.П. Электродинамика композитных материалов 2001. 176 с.

22. Ю.В. Пименов, А.Г. Давыдов, А.Г. Кюркчан " Расчет антенно- фидерных устройств ( в двух томах).
23. Григорьев А.Д. Электродинамика и техника СВЧ. М.: Высш. школа, 1990. 335с.
24. Петров Б.М. Электродинамика и распространение радиоволн. Учебник для высших учебных заведений. М.: Изд-во «Горячая Линия – Телеком», 2004, с. 558.
25. Пименов Ю. В., Вольман В. И., Муравцов А. Д. Техническая электродинамика электродинамика. – М.: Радио и связь, 2000. – 536 с.
26. Неганов В.А., Осипов О.В., Раевский С.Б., Яровой Г.П. Электродинамика и распространение радиоволн. Под. ред. В.А. Неганова и С.Б. Раевского — М: Радио и связь, 2005. — 648 с.
27. Филиппов В.С. Введение в классическую электродинамику: Учебное пособие. М.: САЙНС-ПРЕСС, 2002, 64 с.
28. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: Учебник для вузов/ В.В.Крухмалев, В.Н.Гордиенко, А.Д.Моченов и др.; Под ред. В.Н.Гордиенко и В.В.Крухмалева. М.: Горячая линия-Телеком , 2004. 510 с.
29. Кириллов В.И. Многоканальные системы передачи. Учебник для вузов. М.:«Новое знание», 2002. 751 с.
30. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей передачи информации: Учеб. пособие для вузов / В.В.Ломовицкий, А.И.Михайлов, К.В.Шестак, В.М.Щекотихин; Под ред.В.М.Щекотихина. М.: Горячая линия-Телеком , 2005. 382 с.
31. Фролов О. П. Антенны и фидерные тракты для радиорелейных линий связи. – М.: Радио и связь, 2001. 461с.
32. Седельников Ю. Е. Антенно-фидерные устройства. Учебное пособие. – Казань: Изд. «Новое Знание» 2000. 88с.
33. Фролов О. П. Антенны для земных станций спутниковой связи. – М.: Радио и связь, 2000. 376с.
34. Антенны и устройства СВЧ. Под ред. Д. И. Воскресенского. М.: изд. МАИ, 2000. 390с.
35. Цифровые и аналоговые системы передачи : Учеб.для вузов/ В.И.Иванов, В.Н.Гордиенко, Г.Н.Попов и др.; Под ред. В.И.Иванова. -2-е изд.. -М.: Горячая Линия - Телеком, 2003.-232 с.
36. Гитин В.Я. Волоконно-оптические системы передачи : Учеб.пособие для сред. спец. учеб. заведений/ В.Я. Гитин, Л.Н.Кочановский. - М.: Радио и связь, 2003.-128 с.
37. Телекоммуникационные системы и сети. В 3 томах : Учебное пособие. -М. : Горячая Линия – Телеком, Т.1 : Современные технологии/ Б.И. Крук, В.Н.Попантонопуло, В.П.Шувалов; Под ред. проф. В.П.Шувалова. -3-е изд., испр. и доп.. -2004.-647 с.
38. Сухман С. М. Синхронизация в телекоммуникационных системах: анализ инженерных решений / Сухман, Сергей Маратович, Бернов, Аркадий Валентинович, Шевкопляс, Борис Владимирович. -М.: Эко-Трендз, 2002.-272с.

- 39.Скляров О.К. Современные волоконно-оптические системы передачи, аппаратура и элементы / Скляров Олег Константинович. –М. : ООО Издательство «СОЛОН-Р», 2001. – 237 с.
- 40.Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи / М.: Изд. «Техносфера», 2004. – 496 с.
- 41.Карлов Н.В. Лекции по квантовой электронике. М.: Наука, 1988.
- 42.Звелто О. Принципы лазеров. М.: Мир, 1990.
- 43.Мэйтленд А., Данн М. Введение в физику лазеров М.: Наука, 1978.
- 44.Страховский Г.Н. и Успенский А.В. Основы квантовой электроники. М.: Высшая школа, 1979. 303 с.

### **Допоміжна література**

- 45.Р. Пантел и Г. Путхоф. Основы квантовой электроники. М.: Мир, 1972. 502 с.
- 46.48.Солимар, Д Уолш. Лекции во электрическим свойствах материалов. М.: Мир, 1991. 502 с.
- 47.49.рунькин В.Ю., Пахомов Л.Н. Приборы квантовой электроники.Л: Изд.Ленинградского университета, 1983. 252 с.

### **Інформаційні ресурси**

- 48.Френсис О. ПМД, ее источники и измерение в полевых условиях,/ Электронный ресурс - [www.lightwave-russia.com](http://www.lightwave-russia.com) // LIGHTWAVE, - 2004 - № 2, с. 38 – 40.